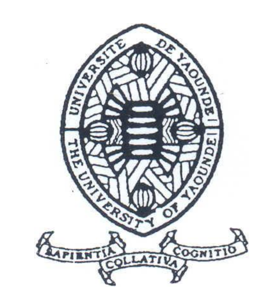
REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix – Travail - Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

B.P. 8390 - Tél./Fax : 22-22 - 45 - 47
Télex : UY 8384 KN
YAOUNDE - CAMEROUN

PROJET CETIC



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

NATIONAL ADVANCED SCHOOL OF ENGINEERING

Yaoundé, le 4 Mars 2014



MASTER SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNCATION

Spécialité : **MECATRONIQUE**
Parcours : **Systèmes électroniques embarqués**

Responsable: **Dr. KAMDEM Jean**

Mots-clés
Microcontrôleur, automatisme, automate programmable industriel, microélectronique, conception, production, électronique embarqué, système micro-programmé, capteur, actionneur, commande asservie, système articulé

I-) Objectifs de la formation

L'objectif du Master MECATRONIQUE est de proposer une offre de formation cohérente, dans un cursus pluridisciplinaire en électronique, mécanique, automatique, informatique industrielle, avec pour but de former des cadres capables de concevoir, de réaliser, et de maintenir des systèmes mécatroniques, c'est à dire des systèmes à actionneurs mécanique, hydraulique, pneumatique, électrique, thermique, placés sous le contrôle de systèmes électroniques et/ou de calculateurs industriels.



Ces compétences seront acquises grâce à une ***solide formation scientifique et technologique***, une ***confrontation permanente à la culture industrielle et à la recherche.*** Les apprenants pourront exprimer ces compétences à travers des projets étudiants et des stages en entreprise ou en laboratoire (essentiellement le **High Tech Center de l'ENSP).**

Un accent particulier sera donné à l'orientation des thématiques de ces projets, tant en Master qu'en Doctorat, afin qu'ils contribuent à résoudre de façon prioritaire, les problèmes techniques liés au développement socio-économique de nos pays en voie de développement.

L'enseignement est dispensé :

- **par des enseignants-chercheurs** des établissements d'enseignement supérieur,
- **en liaison avec l'industrie** : directement par des **intervenants industriels**

II-) Compétences recherchées

- Maîtriser les fondements scientifiques des disciplines constituant la mécatronique
  Electronique: Composants, fonctions avancées de l'électronique, instrumentation, commande et contrôle des actionneurs, circuits intégrés...
  Automatique : asservissement, régulation, systèmes échantillonnés, traitement du signal
  Mécanique : analyse des structures, systèmes articulés, transmission de puissance..
  Automatismes et Informatique industrielle: microcontrôleurs, FPGA, réseaux informatiques, programmation, supervision, actionneurs..

- Savoir exploiter les outils logiciels propres aux disciplines de la mécatronique (LabView, Matlab, PL7, Proteus ...)

- Acquérir les connaissances scientifiques et technologiques nécessaires à la conception des systèmes automatisés complexes en mécatronique, tant pour la recherche/développement que pour la recherche fondamentale.

- Former des cadres aptes à la conception, au développement et à la réalisation des systèmes électroniques embarqués complexes, en intégrant l'ensemble des problématiques de la «Mécatronique». Dans le domaine de la production, il doit être apte à concevoir et mettre en œuvre des bancs de production automatisé multipostes.

III-) Débouchés et domaines d'application

Cette spécialité est orientée à la fois vers une finalité Recherche et vers une finalité Professionnelle : les étudiants pourront ainsi aller dans l'industrie ou poursuivre leurs études en doctorat/Phd.

- **Débouchés professionnels**

  Les types de métiers suivants sont visés:
  - Métiers de l'industrie, ou des services en tant que cadre.
  - Ingénieur en organisation de la production, ingénieur de production, responsable maintenance, responsable de la gestion de production, responsable logistique, ingénieur automaticien.
  - Dans le domaine des systèmes embarqués : électroniques, traitement du signal, optoélectronique, télécoms-informatiques, temps-réel embarqués (pilotage des mobiles autonomes), le biomédical..

- **Poursuite des études**

<u>Doctorat/Phd</u> :



- Conception intégrée de produits mécatroniques (machines complexes optimisées pour l'agriculture, la domotique)
- Commande de systèmes complexes, productique, microsystèmes
- Systèmes d'instrumentation.

Ce Master/Doctorat est adossé sur Les laboratoires du High Tech Center de l'ENSP
- Labo des API (Automate programmable Industriel)
- Labo Robotique
- Labo de Moulage (Lathes)
- Labo d'Usinage (CNC)
- Labo de Transmission mécanique
- Labo CIM (Computer Integrated Manufacturing) Supervision
- Labo des capteurs
- Labo Jobmaster :

IV-) Partenariat académique :

I) Institutions nationales

Université de Ngaoundéré : Automatique
Université de Dschang : Electronique- microcontrôleurs, FPGA, Industrie et production.
Université Douala : Automatisme, Electronique
Université de Ydé I : CIM, Automatique, Instrumentation, microcontrôleur, électrotechnique
Université de Buéa : Électronique

ii) Relations à l'internationale

Grenoble : microcontrôleurs et supervision
ENS de CACHAN Département de la Mécatronique
Université de Lorraine Nancy : Métrologie
Dakar : Université Cheikh Anta Diop (UCAD) : Faculté des Sciences et Techniques
EPFL Lausanne : Systèmes mécatroniques
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue Electrotechnique
Université de Bretagne Occidentale : Mécanique

V-) Partenariat Professionnel

VI-) Conditions d'accès

M1: Étudiants titulaires d'une licence dans les sciences de l'ingénieur des filières EEA, génie mécanique, Physique Appliquée ou d'un diplôme équivalent.
M2: Étudiants titulaires du diplôme d'ingénieur de l'ENSP, du Master-1 dans les sciences de l'ingénieur des filières EEA, d'un master 1 de Physique Appliquée et Ingénieries ou d'un diplôme équivalent.

VII-) Syllabus des enseignements

Les UE obligatoires devraient permettre aux apprenants d'acquérir les connaissances de haut niveau dans les disciplines fondamentales de la mécatronique. Ils les complèteront en choisissant des UE optionnels bien ciblées.

Durée de la formation: **2 ans**



4 semestres : **S1, S2, S3, S4**

Master 1 M1 = S1 + S2
Master M2 = S3 + S4

Total crédit en S1 = 30
Total crédit en S2 = 30
Total crédit UE d'humanité = 12
Total crédit UE du S3 (obligatoires = 19 ; Optionnels = 9)
Crédits du Projet de fin d'études en S4 = 20 crédits

Total=120 crédits



Cours de remise à niveau
Semestre S_0

Cours de remise à niveau semestre S0	Code UE	Type UE	Semestre	Pré-requis	CM	TD	TP	Crédits	Nbre étudiants
Electronique linéaire: amplification, oscillation, schémas équivalents		Obligatoire							
Electronique non-linéaire		Obligatoire							
Les machines électriques tournantes		Obligatoire							
Logique combinatoire: fonctions simples, multiples, incomplètement spécifiées. Synthèse classique des fonctions logiques combinatoires.		Obligatoire							
Logique séquentielle.		Obligatoire							
Automatisme: partie opérative, partie commande, grafcet, le séquenceur logique		Obligatoire							
Asservissements linéaires continus: fonction de transfert, stabilité, précision, correcteur PID		Obligatoire							
Systèmes asservis échantillonnés: Fonction de transfert en Z, Analyse des systèmes discrets bouclés, synthèse des correcteurs par transposition. Discrétisation d'un PID continu.		Obligatoire							



Organisation des UE par Semestre

Oblig = Obligatoire Optio = Optionnelle Indust = Industrielle

NOM de l'UE	Type UE	Sem	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Crédit	Domaine
Electronique Numérique	Oblig	S1	15	10	15	3	Electronique
Conception et simulation des fonctions avancées de l'électronique	Oblig	S1	20	10	20	4	Electronique
Physique et technologie des composants électroniques	Oblig	S1	25	15	15	4	Electronique
Systèmes de commande à temps continu	Oblig	S1	15	10	10	3	Automatique et traitement .du signal
Traitement du signal appliqué	Oblig	S1	18	10	5	3	Automatique et traitement .du signal
Programmation avancée des microcontrôleurs	Oblig	S1	15	10	25	4	Automatismes Informatique Indust.
Technologie des automatismes	Oblig	S1	15	5	15	3	Automatismes Informatique Indust.
Mécanique des fluides pour la mécatronique	Oblig	S1	20	10		3	Système mécatronique
Synthèse logique VHDL : Circuits programmables (FPGA)	Oblig	S2	20	10	15	4	Electronique
Commande numérique et optimisation	Oblig	S2	20	10	15	4	Automatique et traitement .du signal
Conception des Automatismes et programmation des API	Oblig	S2	20	10	20	4	Automatismes Informatique Indust.
Réseaux locaux industriels	Oblig	S2	12	8	15	3	Automatismes Informatique Indust.
Dégradation des matériaux et analyse des défaillances des systèmes mécatroniques	Oblig	S2	15	10	8	3	Système mécatronique
Mécanique vibratoire, Mécanique des structures et transmission de puissance	Oblig	S2	15	10	8	3	Système mécatronique
Physique approfondie des capteurs, technologie et métrologie	Oblig	S2	15	10	10	3	Techniques de Mesures avancées
Systèmes électromécaniques et conversion d'énergie	Oblig	S2	15	10	10	3	Système mécatronique
Robotique industrielle, Vision et traitement d'images	Oblig	S3	25	10	25	5	Industrie production
Microélectronique et Microsystèmes - Conception multi-physique	Oblig	S3	30	30		6	Système mécatronique
Traitement et Transmission de l'information en électronique embarquée	Oblig	S3	15	10	8	3	Traitement de l'information
Stage d'imprégnation industrielle et d'Initiation à la recherche - projet étudiants	Oblig	S2				3	Stage
Automatique avancée	optio	S3	15	10	8	3	Automatique et traitement .du signal
Systèmes de synthèse de fréquence	optio	S3	15	10	10	3	Automatique et traitement .du signal
Systèmes électroniques de traitement pour l'énergie renouvelable	optio	S3	15	10	8	3	Système mécatronique
Les capteurs intelligents : architecture et traitement de l'information.	Optio	S3	25	13	25	5	Traitement de l'information



Supervision industrielle et conception de bancs de production (CIM)	optio	S3	15	10	10	3	Industrie production
Chaînes d'acquisition, bio-instrumentation et traitement de mesures physiques.	optio	S3	18	10	20	4	Techniques de Mesures avancées
Stage de fin d'étude en entreprise ou en laboratoire de recherche (PFE)	Oblig	S4				20	stage

UE complémentaires transversales	**Code UE**	**Type UE**	**Semestre**	**Pré-requis**	**CM**	**TD**	**TP**	**Crédits**	**Nbre étudiants**
Gestion de projet		Obligatoire	S3					**3**	
Création d'entreprise		Obligatoire	S3					3	
Base de données		Obligatoire	S1					3	
Algorithme et programmation, outils informatique (Latex, Matlab, …)		Obligatoire	S1					3	



CODE DE L'UE	**Systèmes de commande à temps continu**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h) TP (10 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : UE relatif aux Asservissements linéaires continus.		

Description des liens du cours avec le programme	La maîtrise des connaissances en contrôle/commande des processus en mode continu, est une étape indispensable à l'automaticien qui désire commander les mêmes processus avec des calculateurs. C'est à partir de ces connaissances qu'il lui sera possible d'introduire l'électronique dans les systèmes de contrôle embarqués.
Objectifs	Dans de nombreuses applications industrielles, les systèmes à asservir sont constitués de plusieurs dizaines de variables interagissant entre elles de manière complexe et souvent non linéaires, introduisant par exemple des saturations, des zones mortes... On obtient ainsi un système à plusieurs entrées et plusieurs sorties. Ceci offre de nombreuses perspectives tant en terme de commande que d'observation mais pose également de nombreux problèmes pratiques et théoriques. L'objectif de cette UE est de traiter la modélisation, l'analyse et la synthèse des systèmes linéaires et non linéaires multi-entrées multi-sorties par des méthodes à temps continu. On effectue d'abord les modélisations de tels systèmes tout en procédant à leur analyse structurelle. Le volet commande est limité aux techniques de commande par retour d'état en explorant les différentes possibilités offertes par l'utilisation d'entrées de commande multiples. Le volet relatif aux systèmes non linéaires et leur commande est traité en s'appuyant sur la théorie de Lyapunov

Description du syllabus	<u>Systèmes linéaires multi-variables</u> Représentations et Modélisation : Modélisation externe et interne - Équations différentielles couplées - Matrice de transfert Analyse : Pôles, zéros- Analyse structurelle - Réalisations minimales - Réduction de modèles Commande : Placement de pôles par retour d'état - Placement de structure propre - Retour de sortie - Commande non interactive <u>Systèmes non linéaires</u> Compléments d'analyse de stabilité - Théorie de Lyapunov - Passivité - Stabilité Commandabilité et Observabilité non linéaires – Dynamique des zéros Synthèse de lois de commande - Backstepping - Observateurs à grand gain Exemples de travaux pratiques
Méthodes d'enseignement	exposés, e-learning
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire..
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	



Bibliographie	• Fossard. *Systèmes Multientrées-Multisorties*. Techniques de l'Ingénieur. • H.K. Khalil. *Nonlinear Systems*.Prentice Hall. • M. Krstic et al. *Nonlinear and Adaptive Control Design*. Wiley. • Henri Bourlès, *Linear Systems*, John Wiley & Sons, 2010, 544 p. (ISBN 1848211627) • Alberto Isidori, *Nonlinear Control Systems (3rd ed.)*, Springer, 1995, 564 p. (ISBN 3540199160) MOOC
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Réseaux locaux industriels**	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (8 h) TP (15 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Bases de la logique combinatoire et de la logique séquentielle		

Description des liens du cours avec le programme	Les Réseaux locaux Industriels (RLI) sont à la base du développement de l'interconnexion entre les automates d'un système de production, tant sur le plan des dispositifs électroniques que sur le plan des protocoles de communication.
Objectifs	Cet enseignement présente, décrit et explique le fonctionnement des principaux éléments et concepts de communication composant un réseau industriel, et ceci dans des objectifs de contrôle-commande et de supervision industrielle des processus. A l'issu des cours, l'étudiant devrait avoir acquis les connaissances lui permettant de maîtriser les différentes architectures et protocoles des principaux RLI pour pouvoir les mettre en œuvre.
Description du syllabus	Fondements sur l'échange d'informations entre des sites distants, transfert de bits série; partage d'une ressource de transmission; Principales techniques d'accès (compétition, coopération basée sur un contrôle centralisé ou distribué (jeton)); protocoles de transfert de données. Supports de transmission. Transmission de données. Architecture des réseaux. Modes d'accès au support. Protection contre les erreurs. Modèles OSI et normes Les Réseaux Ethernet. Protocoles industriels : MODBUS, OPENMODBUS Les grandes familles de bus: SensorBus (As-i, Canopen etc..), DeviceBus (FIPWAY, Profibus …) Caractéristiques des principaux réseaux de terrain : PROFIBUS, CAN, LON . Sécurité des RLI Bus adapté aux systèmes embarqués Spécification des contraintes du temps réel Ordonnancement temps réel – Concepts - Exécutifs temps réel



Méthodes d'enseignement	exposés, e-learning
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire..
Charge de travail hors du cours (TPE)	40 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	



Bibliographie	« Les bus et les réseaux de terrain en automatisme industriel Par Ouahid Belkacem http://www.intersections.schneider-electric.fr/stock_images/telec/1/n3/GT_RESEAUX.pdf • Réseaux multiplexés pour systèmes embarqués Dominique Paret ; Editions Dunod • Réseaux. 4ème éd. Andrew Tanenbaum, Pearson Education 2003 • Analyse structurée des réseaux. Kurose & Ross, Pearson Education 2003 • High Speed LAN Technology Handbook. Chowdhury. Springer 2000 • Guide Pratique des Réseaux Ethernet. • Charles Spurgeon, Vuibert 1998. *MOOCS*
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Automatique avancée**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Optionnelle**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h) TP (8 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Traitement du signal, Systèmes de commande à temps continu		

Description des liens du cours avec le programme	La commande des processus multi-variables passe par l'approfondissement des connaissances portant sur la modélisation dynamique ou l'optimisation par des méthodes spécifiques comme la synthèse H-infini.
Objectifs	L'objectif général de cette UE est de donner aux étudiants, des outils théoriques et pratiques essentiels leur permettant de comprendre l'ingénierie de la commande des Systèmes Complexes à dominante automatique, et qui peuvent être embarqués. Un accent sera mis sur les applications multi-variables ayant des répercutions directe sur la vie socio-économique du Cameroun et de l'Afrique (optimisation du séchage, contrôle des paramètres thermodynamiques des espaces clos, etc…)
Description du syllabus	• Modélisation des systèmes dynamiques • Conception des commandes optimales, notamment par le biais de la synthèse H-infini • Robustesse des systèmes linéaires. Analyse de la robustesse des systèmes Linéaires à paramètres variables (LPV) (Exemples dans MATLAB). Modélisation de la thermistance et du capteur piézoélectrique. • Les méthodes d'analyses temps-fréquence seront appliquées à des cas concrets (MATLAB)
Méthodes d'enseignement	exposés, e-learning
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire..
Charge de travail hors du cours (TPE)	50 heures



Ressources requises	Vidéoprojecteur Matériels de laboratoire
Equipe pédagogique	
Bibliographie	**[1]** Systèmes non linéaires. Ouvrage collectif coordonné par A. J. Fossard et D. Normand-Cyrot ; responsable du tome A Ph. Mouyon ; auteurs du tome B. Caron, A. Charara, J. Descusse... [et al.] [2] La commande multivariable application au pilotage d'un avion Caroline Bérard, Jean-Marc Biannic, David Saussié Technique et Ingénierie, Dunod **[3]** Automatique **:**systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'état Y.Granjon , TECHNOSUP MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Technologie des automatismes**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Obligatoire**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (5 h) TP (15 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Mécanique des fluide, vibratoire, des structures. Physique des composants électroniques, des capteurs		

Description des liens du cours avec le programme	Cette UE établi le lien entre les principes physiques ayant permis de concevoir les organes d'automatisme, les types de technologie mise en œuvre et le fonctionnement effectif de ces organes.
Objectifs	• Apporter à l'étudiant, les connaissances lui permettant de comprendre, de caractériser, de modéliser et de mettre en œuvre les constituants des automatismes dans toute leur complexité technologique. • En particulier lui donner des éléments fonctionnels sur les actionnements hydrauliques utilisés sur des système automatisés ; • Lui donner les compétences pour la simulation dynamique de ces systèmes à l'aide de logiciels tel que AMESim. • Il doit pouvoir déterminer les différentes limites physiques des capteurs, pré-actionneurs et actionneurs électriques, hydrauliques et pneumatiques.



Description du syllabus	• Familles de capteurs, pré-actionneurs, actionneurs, pneumatique, hydraulique, électrique, normes • Modélisation des actionneurs électriques, électro-hydrauliques : modèle non linéaire inversible, modèle linéaire par morceaux et fonctions de transfert associées • Structure de l'actionneur électrique au travers de ses grandes composantes que sont: la machine, l'électronique de puissance, la ligne, la source et les éléments de contrôle commande. • Caractérisation des actionneurs électriques : Pertes dans les actionneurs • Dimensionnement des actionneurs: grandeurs dimensionnantes, réversibilité, étude des différentes limitations physiques. • Les actionneurs hydrauliques proportionnels et tout ou rien Mise en œuvre et interfaçage des pré-actionneurs et actionneurs pneumatiques et hydrauliques dans une chaîne de commande par transmission hydraulique • Simulations multiples sous logiciel AMESim.
Méthodes d'enseignement	exposés, e-learning
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire..
Charge de travail hors du cours (TPE)	50 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur Matériels de laboratoire
Equipe pédagogique	

Bibliographie	**[1] Identification et observation des actionneurs électriques: Volume 2, Exemples d'observateurs** Bernard de Fornel, Jean-Paul Louis Hermes Science Publications, **[2]** Le guide de la commande d'axe Technoguide E - Paris : ADEPA, 1989 - ISBN 2 950 2194 03. **[3]** BLACKBURN J.F. , REETHOF G. , SHEARER J.L. - Mécanismes et servomécanismes à fluide sous pression - Tome 1 - Paris : DUNOD, 1966 - 444 pages. **[4]** GUILLON Marcel - Etude et détermination des systèmes hydrauliques - Paris : DUNOD, 1961 - 443 pages. [5] **ACTIONNEURS ELECTRIQUES. Principes, Modèles, Commande** Guy Grellet, Guy Clerc , Editions Eyrolles MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Les capteurs intelligents : architecture et traitement de l'information.**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Optionnelle**	
CREDITS : 5	**CM (25 h), TD (13 h) TP (25 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Physique des composants électroniques, physique des capteurs		

Description des liens du cours avec le programme	Les capteurs intelligents constituent un maillon essentiel dans les chaînes de mesures et de détection des systèmes automatiques.
Objectifs	• La technologie des capteurs de mesures a bénéficié des méthodes de gravure nanométriques des circuits intégrés électroniques, permettant à ces transducteurs de se miniaturiser (MEM's) et d'atteindre des performances remarquables, tant dans la qualité des résultats de la transduction, que dans la capacité de ces minuscules organes à s'intégrer dans la quasi-totalité des domaines de l'ingénierie. • L'objectif de cette UE est de donner aux étudiants, les compétences qui lui permettront d'exploiter les multiples possibilités offertes par les différentes familles de capteurs, qu'ils soient intelligents, avec ou sans fils, biométriques etc …
Description du syllabus	• Architecture d'un capteur intelligent, schéma fonctionnel; • Les capteurs biométriques (empreintes digitales). • Problème de la récupération d'énergie, générateur piézoélectrique. Durée de vie des batteries • Transmission sans fil pour capteurs intelligents (RF, infrarouge, etc..), • Réseaux de capteurs intelligents et applications : en agriculture, dans les transports, en environnemental.



Méthodes d'enseignement	exposés, e-learning
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire..
Charge de travail hors du cours (TPE)	50 heures
Ressources requises	Un réseau de capteurs répartis Vidéoprojecteur Matériels de laboratoire
Equipe pédagogique	



Bibliographie	**[1]** Acquisition de données. Du capteur à l'ordinateur Georges Asch, Patrick Renard, Pierre Desgoutte, Zoubir Mammeri, *et al* Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle EAN13 : 9782100523313 [2] Les capteurs en instrumentation industrielle Alain Piquet, Jacques Fouletier, Jean-Louis Marty, Loïc Blum, *et al.* Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle 2010 - 7ème édition EAN13 : 9782100549955 [3] Instrumentation industrielle Spécification et installation des capteurs et vannes de régulation Michel Grout, Patrick Salaun Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle 2012 - 3ème édition EAN13 : 9782100573967 [4] Les réseaux de capteurs sans fils : Concepts et domaines d'applications *http://www.agrotic.org/blog/wp-ontent/uploads/2010/veilletechno/vt09-reseaucapteurssansfil.pdf* MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Stage d'imprégnation industrielle - projet étudiant**	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Optionnelle**	
CREDITS : 3	**CM (h), TD (h) TP (h)**	**1 ETUDIANT (ou groupe de 2 à 3 étudiants) par projet**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS :		

Description des liens du cours avec le programme	•
Objectifs	• Le stage d'imprégnation doit permettre à l'étudiant de découvrir soit au sein d'une entreprise, soit au High Tech Center, la pluridisciplinarité technologique des systèmes mécatroniques. Son fil conducteur durant le stage est un projet à caractère technique sous la tutelle d'un tuteur de stage. Ce projet se déroulera par groupe de 2 à 4 étudiants pour un volume de travail personnel d'environ 240h par étudiant. Ce projet donnera lieu à la rédaction d'un rapport ainsi qu'à une soutenance orale devant un jury.
Description du syllabus	Un volume de travail personnel de **100h** par étudiant est requis. Il intégrera un maximum des notions dispensées en formation avec une attention particulière sur la gestion de projet. Ce projet donnera lieu à la rédaction d'un rapport ainsi qu'à une soutenance orale devant un jury.
Méthodes d'enseignement	L'étudiant gère un projet en veillant à respecter les articulations de la méthode de gestion des projets
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels, recherche documentaire, mise en œuvre de son projet
Charge de travail hors du cours (TPE)	240 heures
Ressources requises	



Equipe pédagogique	
Bibliographie	
Modalités de l'évaluation de l'UE	Rédaction d'un mémoire corrigé par l'encadreur accadémique.
Évaluation de l'enseignement	

CODE DE L'UE	**Mécanique vibratoire, Mécanique des structures et transmission de puissance**	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h), TP (8 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : - Équations différentielles, équations aux dérivées partielles, intégrales multiples, Lagrangien, algèbre vectorielle : gradient, divergence, rotationnel, tenseur d'ordre 2. **- Mécanique des milieux continus**		

Description des liens du cours avec le programme	• Ce cours constitue un pré-requis tant pour le calcul et la modélisation des aspects mécaniques des actionneurs, que pour le calcul des structures et des systèmes articulés de la mécatronique.
Objectifs	Cet enseignement vise à donner aux étudiants, les compétences leur permettant de comprendre et d'interpréter le comportement des systèmes soumis à des vibrations, et d'effectuer les réglages des machines. Il leur permet d'acquérir les savoirs nécessaires à la conception de machines de systèmes mécaniques complexes. Un second volet des connaissances de cet UE leur donnera l'aptitude à l'analyse des réponses globales de ces systèmes sous sollicitations, à la conception de la sécurité des installations. Ils pourront prévoir le comportement des systèmes au cours de leur fonctionnement. (Phénomènes répétés, variables, dynamiques ou différés).

Description du syllabus	• Oscillateur élémentaire, Régimes divers (libre, forcé, dissipatif, harmonique, permanent), Excitation par la base et isolation vibratoire, Systèmes multi-degré de liberté et excitation spectrale, Techniques d'amortissement, Réglage automatique, Notion de stabilité, Régulateurs simples (PID) ; • Évolution des systèmes mécaniques, Étude du comportement des matériaux constitutifs, par l'expérimentation et la modélisation théorique ou numérique, éventuellement multi-échelle, Analyse des structures par le calcul et/ou l'expérimentation, Dimensionnement avec prise en compte de phénomènes divers : plasticité, stabilité, rupture, grandes déformations, fatigue, contact ; • Analyse approfondie de la transmission mécanique, Embrayages, Limiteurs de couple, Boîtes de vitesses, Réducteurs, Freins et les roues libres.
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	33 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	

• Bibliographie	• Articles, Livres • Plateformes • DEL PEDRO, PAHUD «Mécanique vibratoire», Ed. Presses Universitaires Romandes. • LALANNE, BERTHIER, DER HAGOPIAN «Mécanique des vibrations linéaires» , Ed. Masson. • G.M. Seed, Strengoth of materials, Saxe-Coburg publications, Edinburgh, 2000. • A. Bazegui et al., Résistance des matériaux, Presses internationals Polytechnique, Montréal, 2002, ISBN. • BATHIAS Claude, BAILON Jean-Paul : La fatigue des matériaux et des structures, ed. Eyrolles, 1997. • Norton, Machine Design, 4ième édition (Prentice Hall, 2010). • R. C. Juvinall et K. M. Marshek, Fundamentals of Machine Component Design, 5ième édition (Wiley, 2011). • M. F. Spotts, Design of Machine Elements, 8ième édition (Prentice Hall, 2003). MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	Évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Mécanique des fluides pour la mécatronique**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (20 h), TD (10 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : - Équations différentielles, équations aux dérivées partielles, intégrales multiples, Lagrangien, algèbre vectorielle : gradient, divergence, rotationnel, tenseur d'ordre 2, …) **- Physique et mécanique niveau supérieur**		

Description des liens du cours avec le programme	• Le cours constitue un prérequis pour les circuits hydraulique et pneumatique qui pilotent en particulier les vérins et certains servomoteurs en mécatronique
Objectifs	L'objectif de cette UE est de donner aux étudiants, les compétences nécessaires à l'interprétation et à la modélisation du comportement des parties des systèmes mécatroniques où interviennent les fluides. En particulier, les actionneurs de type pneumatique ou hydrauliques (vérins).
Description du syllabus	Propriétés des fluides : écoulements visqueux, écoulements parallèles, couche limite laminaire ; analyse dimensionnelle et similitude : les groupements adimensionnels (nombre de Reynolds, nombre de Prandlt, nombre de Nusselt, Nombre de Mach, …) ; cinématique : approche eulérienne, approche lagrangienne ; dynamique des fluides incompressibles : bilan masse, théorème de Bernoulli, bilan d'énergie mécanique, bilan de quantité de mouvement ; dynamique des fluides compressibles : écoulements compressibles, ondes de choc, tuyères, écoulements compressibles avec dégagement de chaleur ; Cas particuliers : écoulements supersoniques, écoulements diphasiques, souffleries.
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	30 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	

Bibliographie	*Articles, Livres* *Plateformes* *MOOCS (obligatoire)* • P. H. Communay, *La mécanique des fluides. Dynamique de vie*, Groupe de Recherche et d'Édition, Toulouse, 2000. • E. Guyon, J.-P. Hulin et L. Petit, *Ce que disent les fluides*, Belin, 2005. • E. Saatdjian, *Les bases de la mécanique des fluides et des transferts de chaleur et de masse pour l'ingénieur*, Sapientia Éditions, 2009. • J. Taine et J.P. Petit, Transferts thermiques et mécanique des fluides anisothermes, Dunod. MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session

CODE DE L'UE	**Systèmes électroniques de traitement pour l'énergie renouvelable**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Optionnelle**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h), TP (8 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Principes de base de la conversion de l'énergie électrique, connaissance des microcontrôleurs, automatique		

Description des liens du cours avec le programme	Les connaissances tant théoriques que technologiques des dispositifs électroniques de conversion de l'énergie solaire sont indispensables pour une récupération optimisée de cette énergie durable, qui est indispensable à de nombreux systèmes embarqués.
Objectifs	L'étudiant aura à assimiler des aspects conceptuels, méthodologiques, techniques et technologiques nécessaires au développement de systèmes de conversion d'énergie électrique. Le champ d'application sera celui des énergies renouvelables et solaire en particulier : captage et traitement de l'énergie solaire allant de la conversion photovoltaïque, avec respect du MPPT, à l'électronique du tracking solaire, le stockage optimisé, l'ondulation.
Description du syllabus	Les circuits électroniques intégrés de commande et de contrôle des convertisseurs. Étude approfondie de la modulation de l'énergie électrique et des convertisseurs DC-DC non-isolés : Boost, Buck, Buck-Boost, Cuk, Sepic, association des montages, prise en compte des éléments parasites, comparaison des montages Onduleur monophasé, triphasé, contraintes liées à la mise en œuvre d'un étage de puissance, choix de la commande rapprochée et nature de la commutation. Introduction aux convertisseurs isolés. Simulation de différentes architectures de conversion d'énergie en vue de l'optimisation de l'exploitation de l'énergie solaire. Commande et optimisation par microcontrôleur (poursuite du MPPT, respect des caractéristiques des batteries) Électronique du Tracking solaire.
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.



Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	www.dunod.com/document/9782100567010/9782100567010_Extrait.pdf www.photovoltaique.info/IMG/pdf/Synthese_Onduleur_version_lite.pdf - Électronique de puissance Cours, études de cas et exercices corrigés Luc Lasne Collection: Sciences Sup, Dunod EAN13 : 9782100559763 - Électronique de puissance - 9e édition Guy Séguier , Philippe Delarue , Francis Labrique Dunod MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Programmation avancée des microcontrôleurs**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 4	**CM (15 h), TD (10 h), TP (25 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS :		

Description des liens du cours avec le programme	Le microcontrôleur constitue en général, le composant central des systèmes électroniques embaqués.
Objectifs	Le microcontrôleur est l'un des composants central de l'électronique embarquée. Ce circuit intégré forme un système micro-programmé complet permettant de transporter à lui tout seul, le fonctionnement complet de processus industriels plus ou moins complexes. L'objectif de cette UE est de permettre à l'étudiant d'acquérir les compétences lui permettant de maîtriser l'architecture des microcontrôleurs, de savoir les programmer tant en Assembleur que dans un langage de haut niveau. Il doit savoir tenir compte des contraintes de temps réel, de consommation et de sureté. Enfin il doit savoir programmer et exploiter les modules les complémentaires toujours plus riches des µC.

Description du syllabus	- Codage des informations : Principes de codage des entiers, des réels en virgule fixe et flottante, des caractères et des instructions. - Prise en main d'une architecture microcontrôleur 8 bits nouvelle génération. - Étude de l'architecture d'un microcontrôleur de la famille PIC 18x, mémoires, ports d'entrées-sorties, timers, interruptions. - Programmation en langage Assembleur et langage C. - Notions de programmation temps réel en langage C : étude d'un Startup, gestion d'une Librairie, écriture d'un Scheduler. - Consommation. - Sécurité : utilisation d'un Watchdog. - Étude de modules analogique et PWM du µC. - Gestion de liaisons séries SPI et UART par un µC. - Gestion des bus USB et CAN par un µC.
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	



Bibliographie	Programmation en C des PIC Christian Tavernier DUNOD Progressez avec les microcontrôleurs PIC Gérard Samblancat Collection: ETSF, ETSF EAN13 : 9782100491407 ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291F.pdf Programmation De Microtrôleurs pour Amateur Motivé - Assembleur, C, Basic, Delphi : Outils Et Mode D'emploi Burkhard Kainka PUBLITRONIC MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Physique et technologie des composants électroniques**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 4	**CM (20 h), TD (10 h), TP (20 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : L'étudiant devra posséder des connaissances de base en électrostatique et électrocinétique ainsi que sur les matériaux semi-conducteurs et conducteurs , en particulier les notions de conductivité.		

Description des liens du cours avec le programme	Savoir modéliser puis simuler le comportement des composants électroniques est nécessaire à la conception des fonctions électroniques.
Objectifs	Cet UE permettra à l'étudiant d'être capable de faire le lien entre la structure physique des composants actifs et leurs caractéristiques électriques, en vue de la modélisation, de la simulation et de la CAO des circuits et fonctions. Ces notions lui permettront par la suite d'aborder le domaine fondamental de l'électronique analogique, et la physique des capteurs Sur le plan pratique l'étudiant sera formé aux méthodes et techniques de caractérisation ses composants actifs en vue de la conception des circuits électroniques.
Description du syllabus	Matériaux pour l'électronique (semi-conducteurs, isolants et métaux) Modélisation physique de la jonction PN (statique et dynamique) Modèle d'Ebers et Moll du transistor Bipolaire (dimensionnement, gain en courant, comportement en haute fréquence et facteur de mérite) Application aux composants RF et de puissance Transistor MOS en régime statique et dynamique (tension de seuil, charge mobile, effets capacitifs) Physique des cellules solaires, des diodes infrarouge (émettrice et réceptrice). Exemples de mise en œuvre des circuits concrets Introductions aux processus d'élaborations des composants microélectroniques : Élaboration des substrats, oxydations, techniques de dopages, épitaxie, lithographie, métallisations -Caractérisation et modélisation sur PSPICE de composants (diodes, bipolaires, MOS) en régimes statiques et dynamiques dans le sens de l'analyse électrique.

Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	Electronc Devices and Comonents J. Seymour EL/BS ENGLISH LANGUAGE BOOK SOCIETY Electronique analogique des circuits intégrés Tran Tien Lang Ed . MASSON MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session

CODE DE L'UE	**Traitement et Transmission de l'information en électronique embarquée**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h), TP (15 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : L'étudiant doit posséder les connaissances en analyse et théorèmes généraux des circuits analogiques linéaires, ainsi que les connaissances générales en électromagnétisme		

Description des liens du cours avec le programme	Connaître et maîtriser les modes et les techniques de transmission de l'information est indispensable à l'électronique embarquée
Objectifs	L'objectif de cette unité est la caractérisation de la transmission des signaux, en vue d'établir un bilan d'une liaison de télécommunication ou d'une détection radar. La modélisation générale des dispositifs en termes de paramètres S et de la propagation de l'onde électromagnétique est aussi traitée. Les applications à la biométrie et à la radio-identification sont initiées Les problèmes de Compatibilité Électromagnétique sont abordés
Description du syllabus	<u>Antennes et Transmission Radio Fréquence</u> I- Paramètres S d'un quadripôle matrices impédances, admittances, chaines et généralisation aux paramètres S adaptation d'impédance, réflexions, transmissions II- Propriétés générales des antennes : gain, surface équivalente et température d'antenne (ou de bruit) Équations des télécommunications (ou de Friis) et <u>radars</u> III- Propagation et bilan de liaison Transmission d'une onde électromagnétique dans un milieu non homogène et instable : cas de l'atmosphère. Influence de la surface terrestre ou d'obstacles Transmission RF de données biométriques La radio-identification et applications : Principes et technologie Fiabilité - CEM : Sources des perturbations des OEM, modes de couplage. Normes
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs



Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	PF. Combes et al. : ondes métriques et centimétriques : guides, circuits passifs, antennes, DUNOD PF. Combes et al. : transmission en espace libre et sur les lignes, DUNOD http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/054004451/0000.pdf
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Commande numérique et optimisation**	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 4	**CM (20 h), TD (10 h), TP (15 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Notions de base sur la représentation et l'analyse de systèmes à temps discret.		

Description des liens du cours avec le programme	La commande numérique permet l'introduction des calculateurs numériques dans les commandes asservies. Les connaissances liées à la conception des correcteurs numériques sont donc indispensables.
Objectifs	Dans les systèmes embarqués, l'intégration matérielle d'algorithmes de commande est une nécessité. Ceci implique alors l'introduction d'un calculateur numérique dans la chaîne de commande des systèmes asservis. Il se pose dès lors, les problèmes liés à discrétisation et de la quantification des informations, à la précision du calculateur. L'objectif de cet UE est de permettre aux étudiants, d'acquérir les compétences dans la méthodologie de synthèse d'algorithmes numériques de commande. Pour cela, L'analyse de l'architecture-type d'un système de commande numérique est effectuée. Les méthodes de synthèse les plus courantes sont décrites : méthodes fréquentielles appliquées à la discrétisation des régulations classiques du continu. Le problème de synthèse est également considéré dans l'espace d'état discret.

Description du syllabus	Introduction au problème de la numérisation des systèmes de commande Représentations temporelles de systèmes linéaires à temps discret Représentation fréquentielle de systèmes linéaires à temps discret : fonction de transfert discrète Analyse des systèmes à données échantillonnées : réponses temporelles et fréquentielle, stabilité Identification paramétrique - Rappels sur les notions fondamentales de la minimisation Identification dans le cas de mesures discrètes : moindres carrés, pondérés, récursifs ; moindres carrés généralisés ; propriétés de l'estimateur Cas des paramètres lentement variables : méthode des fenêtres glissantes ; introduction au filtre de Kalman Représentation d'un système de commande numérique : Architecture d'un système de commande numérique - Performances d'un système asservi numérique Calcul des correcteurs numériques par transposition : Discrétisation de correcteurs continus par synthèse approchée : cas du PID Synthèse des correcteurs numériques par approche fréquentielle : Méthodes de synthèse fréquentielle de correcteurs discrets : Approche polynomiale - La régulation RST Approche temporelle dans l'espace d'état discret Placement de valeurs propres - Commande optimale LQ Réalisation pratique de correcteurs numériques (effets de la quantification d'amplitude, sensibilité aux paramètres) Exemples d'étude de cas pratiques : Analyse et commande par retour de sortie de procédés électromécanique, hydraulique..
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur



Equipe pédagogique	
Bibliographie	- H. Bourlès. Systèmes linéaires : de la modélisation à la commande. Hermès. - R. Longchamp. Commande numérique de systèmes dynamiques. PPUR. - K. Ogata. Discrete-Time Control Systems. Prentice Hall. - E. GODOY, E. OSTERTAG Commande Numérique des systèmes : Approches fréquentielle et polynomiale Ed. Ellipses MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Systèmes de synthèse de fréquence**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Optionnelle**	
CREDITS : 4	**CM (15 h), TD (10 h), TP (10 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Bases d'électronique analogique et numérique. Transformées (Fourier, Laplace, en Z, FFT).		

Description des liens du cours avec le programme	Dans l'électronique embarquée, les synthèses de fréquences sont essentielles dans les systèmes de télécommunication, car elles permettent aux différents standards de communication (WiFi, Bluetooth, ZigBee, WiMax, WiHD, ...) d'exister et de cohabiter sur le spectre fréquentiel, de commuter entre les canaux des différents utilisateurs sans interférence, et dans certaines techniques d'étalement de spectre, d'assurer des sauts de fréquences ultra rapides. La connaissance des principes de fonctionnement de ces synthèses est primordiale dès lors que l'on souhaite en optimiser des paramètres aussi divers que la résolution, la précision, l'agilité, la pureté spectrale, afin d'assurer de hautes performances à un faible coût.
Objectifs	Cette UE donnera les outils nécessaires à la conception et à l'analyse des différents types de synthèses de fréquence existantes (directe, indirecte, analogique, numérique et mixte), au travers notamment d'oscillateurs fixes et contrôlés, de boucles à verrouillage de phase ou de délai et de synthèses digitales directes.
Description du syllabus	Rôle de la synthèse de fréquences dans un émetteur-récepteur Caractéristiques fondamentales Synthèse analogique directe Oscillateurs fixes (condition d'oscillations, bruit de phase, …) Oscillateurs contrôlés (VCO, NCO, …) Étude de cas Synthèse analogique/numérique indirecte Principe des boucles à verrouillage de phase Divisions entière et fractionnaire de fréquence Détecteur phase/fréquence et pompe de charges Calcul du filtre de boucle Étude de cas Synthèse numérique directe Principe des DDS Accumulateur de phase Convertisseur phase-amplitude Étude de cas
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs



Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Équipe pédagogique	
Bibliographie	Mathématiques du signal, D. Ghorbanzadeh et al., Éd. Dunod, 2008 Électronique appliquée aux hautes fréquences, F. de Dieuleveult et al., Éd. Dunod, 2008 Principes et applications de l'électronique, tomes 1 et 2, F. de Dieuleveult et al., Éd. Dunod, 1997 MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**ROBOTIQUE INDUSTRIELLE, VISION ET TRAITEMENT D'IMAGES**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 5	**CM (25 h), TD (10 h), TP (25h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel et Enseignant-Chercheur		
PREREQUIS : Algèbre linéaire, Électronique générale, programmation C/C++ et Matlab, Fondements des Systèmes asservis numérique et analogique		

Description des liens du cours avec le programme	De par sa nature la robotique est l'un des enseignements de la mécatronique dont la couverture pluridisciplinaire est la plus large. L'asservissement de manière générale et en particulier l'asservissement visuel étant le "cerveau" des procédés robotiques, l'automatique est fortement lié au cours de Robotique. Le traitement d'images visuelles et quelques notions de mécanique générale sont également essentiels pour ce cours aussi bien que l'informatique pour la programmation robotique, la mathématique pour la modélisation des systèmes robotisés, la communication, la nanotechnologie (MEMS) ou encore la biotechnologie.

Objectifs	Cet enseignement doit permettre à l'étudiant de comprendre et maîtriser les éléments de modélisation et de commande utiles aux systèmes robotiques manipulatrices et mobiles. A la fin de ce cours l'étudiant devra être capable de : comprendre et savoir interpréter une transformation dans l'espace à l'aide de matrices de transformations homogènes, savoir modéliser la géométrie des robots, par la méthode de Denavit Hartenberg Modifiée, connaître les bases et le fonctionnement des méthodes d'obtention des modèles géométriques, cinématiques et dynamiques d'un robot, traiter une image pour y extraire une information donnée, utiliser la vision pour la reconnaissance d'objet et la navigation d'un robot. Les projets pratiques en groupe de travail très important pour cet enseignement permettront à l'étudiant : d'acquérir une expérience pratique dans l'écriture de programmes pour contrôler des robots en temps réels, de développeront des codes Matlab, C et / ou C++ pour s'interfacer avec des capteurs tels que des caméras, des sonars, etc. d'utiliser cette information sensorielle pour guider les robots pour exécuter des tâches d'assemblage simulées et de la navigation intérieure, de permettre aux équipes de s'affronter sur un jeu impliquant la robotique guidée par vision ce faisant se confronter à un certain nombre de problèmes concrets liés à la mise en pratique.

Description du syllabus	Introduction - Capteurs et actionneurs - Transformations de matrice et systèmes de coordonnées Computer Vision - Camera Calibration - Basic Image Processing Algorithms - Stereo and Multi Vision - 3D Reconstruction and Pose Estimation Industrial Robots - Joint, Links, Denavit-Hartenberg (D-H) Representation - Forward and Inverse Kinematics - Dynamic model - Visual Servoing: Image Based and Position Based - Trajectory Planning Mobile Robots - Structured and Unstructured Environments - Control Architectures, Behavior-based Architectures - Cooperative Mobile Robotics - Vision-guided Navigation and Localization - Simultaneous Localization and Map building (SLAM) Lab Assignments: - Lab Experiment 1: Camera Calibration - Lab Experiment 2: Bin-picking: Object Detection/Recognition and 3D Pose Estimation. - Lab Experiment 3: D-H Representation, Forward and Inverse Kinematics - Lab Experiment 4: Robotic Arm – Pick and place - Lab Experiment 5: Computer Integrated Manufacturing for Industrial Applications - Lab Experiment 6: Mobile Robot Navigation (Simulation) - Lab Experiment 7: Robotic Competition (Robots Playing a “Baseball” Game). Les applications seront effectuées sur les robots industriels dits manipulateurs de types SCORBOT-ER 4u, SCORBOT-ER 9Pro ou SCORBOT-ER 14Pro disponible au High-Tech Center de l’École Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP).
Méthodes d’enseignement	Cours magistral accompagné des exposés et travaux dirigés, séminaires, e-learning, vidéos, expérimentation, visites d’entreprises.
Activités d’apprentissage	Lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, travaux pratiques, projets recherche documentaire
Charge de travail hors du cours (TPE)	100 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Équipe pédagogique	



Bibliographie	J. B. Mbede, X. Huang, and M. Wang, Robust Neuro-Fuzzy Sensor-Based Motion Control among Dynamic Obstacles for Robot Manipulators, IEEE Transactions on Fuzzy Systems 11(2), pp. 249-261, 2003 J. B. Mbede, P. Ele, C.-M. Mveh-Abia, Y. Toure, V. Graefe, and S. Ma, Intelligent Mobile Manipulator Navigation Using Adaptive Neuro-Fuzzy Systems, Information Sciences 171(4), pp. 447-474, 2005 Siegwart, Nourbakhsh, and Scaramuzza, Introduction to Autonomous Mobile Robots, Second Edition, The MIT Press, 2011. David G. Alciatore and Michael B. Histand, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, by McGraw-Hill, 2007 Gerard Medioni and Sing Bing Kang, Emerging Topics in Computer Vision, Prentice Hall, 2005. D. Forsyth and J. Ponce, Computer Vision: A Modern Approach, Prentice Hall 2002. Juan Andrade-Cetto and Alberto Sanfeliu, Environment Learning in Indoor Mobile Robots, Springer, 2006. MOOCS à finaliser
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (20%), TP (20%), Examen final (25%), Rapport (15%), Projet (20%).
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Systèmes électromécaniques et conversion d'énergie**	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h), TP (10 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Régimes quasi-stationnaires**,** Électrocinétique, électromagnétisme		

Description des liens du cours avec le programme	Les systèmes électromécaniques assurent la conversion d'énergie tout en constituant les actionneurs des parties opérationnelles des systèmes automatiques.
Objectifs	Cette UE a pour objectifs, de permettre à l'étudiant, de comprendre les principes de fonctionnement, puis d'aborder l'analyse et la synthèse des principales structures de convertisseurs statiques non-isolés de l'électronique de puissance ainsi que du fonctionnement en régime permanent des machines tournantes classiques. En ce qui concerne l'Électronique de Puissance, il s'agira d'analyser les formes d'ondes et de dimensionner les convertisseurs de base tels que les redresseurs triphasés commandés, les gradateurs, les hacheurs et les onduleurs. Dans le domaine de l'Électrotechnique, l'étudiant devra maîtriser le principe de la conversion électromagnétique, comprendre la notion de réversibilité et apprendre à modéliser en régime permanent les machines synchrones, asynchrones et à courant continu.

Description du syllabus	• Composants de puissance en commutation, interrupteurs quasi-résonnants • Méthode de synthèse des convertisseurs • Principe de fonctionnement des redresseurs, hacheurs, gradateurs et onduleurs. • Champs tournants : principe de mise en œuvre sur machine monophasées et triphasées • Principe de fonctionnement des machines asynchrones et synchrones, réversibilité • Schéma monophasé équivalent, prédétermination des caractéristiques en charge • Machine à courant continu à inducteur bobiné ou à aimants : fonctionnement, modélisation. • PWM et pont en H pour la commande de moteurs à courant continu Les Travaux pratiques porteront sur : Redressement triphasé simple, double et mixte Gradateur monophasé sur charge résistive pure et selfique Convertisseur DC-DC Onduleur de tension pleine onde en PWM Machine asynchrone en régime permanent Machine synchrone couplée au réseau Machine à courant continu alimenté par hacheur
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	MOOCs



Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Physique approfondie des capteurs, technologie et métrologie**	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h), TP (10 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Notions de traitement du signal, notions d'optique, notions d'électronique et de physique des composants.		

Description des liens du cours avec le programme	Cet enseignement sur la physique des capteurs est indispensable à leur modélisation et à leur mise œuvre dans les systèmes électroniques embarqués.
Objectifs	Le développement des microsystèmes électromécaniques a amené à une nouvelle révolution au sein des capteurs, celle de l'intelligence embarquée. Les capteurs devenus « intelligents » combinent l'acquisition des données et leur traitement interne qui est donc autonome. Ainsi, de nouvelles fonctionnalités comme la correction des erreurs de mesure, l'auto-ajustage, l'autodiagnostic, la reconfiguration dynamique et la communication en réseaux sont intégrés au capteur. Même si de nouveaux défis se sont présentent (par exemple les nouvelles causes de défaillance électronique), les bénéfices sont potentiellement nombreux : précision des mesures, coûts, facilités d'utilisation. Le programme associé à cet UE propose à l'étudiant d'acquérir une vision globale des différents phénomènes qui régissent les capteurs, d'apprendre à les modéliser, puis depuis d'en appréhender les domaines applicatifs en général et en électronique embarquée en particulier. Ceci est fait à travers l'étude des différentes familles de capteurs classiques, les capteurs CCD d'image et une introduction aux MEM's.

Description du syllabus	Caractéristiques d'un capteur (physiques et métrologiques) Les différents types et famille de capteurs : Capteurs proprioceptifs (pour le contrôle des systèmes) et extéroceptifs (pour la connaissance de l'environnement) : - Optique, magnétiques, à seuil de pression pneumatique, fluidique de proximité, capacitif, rotatif incrémental, de vitesse, d'accélération, etc … Physique et technologie des micro-capteurs : Capteurs intégrés MEM'S Capteurs microsystèmes pour l'instrumentation embarquée et circuits de prétraitement associés. Rappels des fondamentaux de la chaine de mesure et de la métrologie; rôle du capteur. Électronique de conditionnement des capteurs (actif, passif). Capteurs CCD, principe physique, architecture, technologie. Capteurs image-vidéo : mise en forme du signal vidéo (électronique de lecture et conversion numérique). Aberrations (effets de smearing et de blooming dans les CCD Application à la technologie de caméras (CCD et CMOS). Conformité avec la TV analogique.
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	

Bibliographie	Etude des capteurs magnétiques P. Poulichet www.incertitudes.fr/robot/**capteurs**-magnetique.pdf Industrial Image Processing - C.Demant, B.Streicher-Abel, P.Waszkewitz, SPRINGER – ISBN : 978-3540664109. Les secrets de l'image vidéo - P.Bellaïche - Editeur: EYROLLES – ISBN : 978-2-212-12284-8. MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Chaînes d'acquisition, bio-instrumentation et traitement de mesures physiques.**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 4	**CM (18h), TD (10 h), TP (20h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Bases d'électronique analogique et numérique, physique des capteurs, bases de traitement du signal		

Description des liens du cours avec le programme	L'électronique de l'instrumentation ainsi que les techniques de traitement des signaux détectés constituent un ensemble indispensable aux systèmes de commande engénéral.
Objectifs	Cet UE vise à donner à l'étudiant, les compétences lui permettant de savoir analyser et dimensionner correctement les organes constituant une chaîne de mesure en fonction d'un cahier des charges. Il pourra également maîtriser le logiciel Labview pour des applications d'instrumentation.

Description du syllabus	Généralités sur les mesures physiques et l'instrumentation : Environnement de la mesure, qualité et bonne mesure Structure d'une Chaîne de Mesure numérique: - Notion de Mesurande - corps d'épreuve - capteur - conditionneur et traitement -transmission vers PC - réception et traitement - stockage Définition des besoins et de ses contraintes dans un CAHIER DES CHARGES cohérent; prise en comte des normes Le Capteur : Caractéristiques selon besoins; sensibilité, rapidité, temps de réponse (choix à partir de documents techniques) Conditionnement du signal : Adaptation d'impédance, linéarisation, tension de mode commun, tension différentielle, amplification d'instrumentation, amplificateur d'isolement. Traitement du signal mesuré : échantillonnage-blocage, quantification, Filtre Anti-repliement, Multiplexage de capteurs, CNA, Filtrage, Valeur moyenne. Transport du signal numérique : en bande de base, par modulation, de porteuse, protocole de transmission, correction d'erreur : Prise en comte des contraintes de l'application (cahier des charges) Calcul des incertitudes le long d'une chaîne de mesure numérique Introduction à la bio-instrumentation Instrumentation virtuelle TRAVAUX PRATIQUES Le logiciel d'instrumentation LabVIEW et ses fonctionnalités : - Développement d'applications modulaires VI, le contrôle et le test. - Pilotage d'instruments et de carte multifonctions TP sur Plateforme NI ELVIS Programmation de la carte multifonction PCI 6024E Pilotage Oscilloscope et d'un voltmètre numérique avec LabView
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.



Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Carte d'acquisition **multifonction PCI 6024E** de National Instruments Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	G. Asch E. Chambérod, J. Gunther, P. Renard. Acquisition de données: du capteur à l'ordinateur. DUNOD, Collection EEA, Paris, ISBN 2100042041 G. Asch et coll. Les Capteurs en Instrumentation Industrielle. DUNOD, Collection EEA, Paris, Edition 2003, ISBN2100047582 F. Cottet, Ed Dunod, Traitement des signaux et acquisitions de données, 2002 M. Maton, « Mesures de vitesses et circuits associés », Techniques de l'ingénieur R 1810 (1993) Informatique industrielle : Instrumentation virtuelle assistée par ordinateur - Principes et techniques, cours et exercices corrigés Jean Mbihi, Alexis Motto TECHNOSUP MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Conception et simulation des fonctions avancées de l'électronique**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 4	**CM (20 h), TD (10 h), TP (20 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Physique des dispositifs électroniques à semi-conducteur, outils mathématiques de l'ingénieur, ensemble des théorèmes et méthodes de l'analyse des circuits linéaires		

Description des liens du cours avec le programme	La modélisation puis la simulation des fonctions de l'électronique sont des étapes indispensables à la conception des dispositifs d'électronique ou de microélectronique embarquées.
Objectifs	L'objectif de ce cours est de donner à l'étudiant les méthodes de travail qui pourront lui permettre d'aborder l'analyse et la conception des circuits analogiques utilisés dans les systèmes électroniques. Les principales propriétés fondamentales des composants électroniques les plus utilisés sont décrites (diodes, transistors bipolaires, JFET, MOSFET). Les modèles mathématiques s'appuyant sur les structures physiques des composants sont décrits. Leur complexité dépend alors des objectifs poursuivis (montée en fréquence, montée en puissance, comportement linéaire ou non-linéaire). Les fonctions électroniques plus ou moins complexes sont étudiées. A l'issue de cet UE, l'étudiant pourra lire et interpréter un schéma de circuit intégré analogique. Il sera capable de dimensionner des filtres selon un gabarit prédéfini, concevoir des oscillateurs et des amplificateurs de puissance en classe A, AB et B et C-Push-pull

Description du syllabus	Modèles linéaires et non linéaires de composants actifs (Diodes, transistor bipolaire, JFET, MOSFET). Mise en évidence du comportement linéaire du composants à travers un montage fondamental : émetteur commun, source commune. <u>La fonction amplification</u> Étage amplificateur linéaire vue comme un quadripôle linéaire (paramètres g_{ij}) Caractéristiques générales d'un étage amplificateur : stabilité thermique, Gain, réponse en fréquence Étages à plusieurs transistors Théorie de la contre-réaction (CR): application à la conception des amplificateurs linéaires. (influence de la CR sur la réponse en fréquence, les impédances, le stabilité etc…) L'amplification de puissance (classes A, B, AB, C, C-push-pull) Synthèse de filtres actifs et passifs : Caractéristiques spécifiques <u>La fonction oscillation</u> Les Oscillateurs sinusoïdaux et de relaxation <u>La fonction régulation</u> Principe du régulateur série ou parallèle à base de la diode Zener Le régulateur de tension vu comme une boucle d'asservissement <u>La fonction PLL</u> La boucle à verrouillage de phase : Principes, éléments constitutifs, Fonction de transfert de la PLL, stabilité, précision en régime transitoire et permanent, comparateurs de phase à multiplieur, comparateur de phase et de fréquence, oscillateurs commandés en tension, filtre, étude de l'acquisition, plage de capture et de maintien. Calcul et dimensionnement des organes d'une boucle PLL analogique (comparateur, filtre, VCO). <u>La fonction modulation</u> Modulation analogique et modulation numérique (AM, FM, et ASK, FSK, PSK, QAM) Simulations dans PSPICE TRAVAUX PRATIQUES : Étude d'un oscillateur sinusoïdal. Exemple d'application de la contre-réaction sur un amplificateur en classe A. Synthèse de filtres. Dimensionnement d'un amplificateur de puissance push-pull. Mise en œuvre d'une boucle PLL.
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	70 heures

Ressources requises	Logiciel PSPICE Cartes de mise en œuvre de la PLL Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	Cours et problems d'électronique analogique A. LEBEGUE, A. PELAT, J.P. VABRE Ed. Ellipses Amplificateurs de puissance : Push-pull, découpage, applications M. GIRARD Mc Graw-Hill Electronique analogique des circuits intégrés. Tran Tien LANG ; Masson Boucles à verrouillage de phase :Présentation, théorie et réalisation. M. GIRARD Mc Graw-Hill Microelectronics: Digital and Analog Circuits and Systems, J. Millman, McGraw-Hill College, 1979 MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	Synthèse logique VHDL : Circuits programmables (FPGA)	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Obligatoire**	
CREDITS : 4	**CM (20 h), TD (10 h) TP (15 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Électronique Numérique		

Description des liens du cours avec le programme	• Le langage VHDL est devenu à ce jour, un standard incontournable dans la conception des systèmes, et plus particulièrement des systèmes de traitement numérique embarqués. Il en permet la simulation et la synthèse. • Le prototypage se fait à travers la mise en œuvre de réseaux logiques programmables (PLD-FPGA) largement utilisés aujourd'hui, et dont l'avantage majeur est de pouvoir programmer à la demande un nombre considérable de portes élémentaires
Objectifs	• L'objectif de cet enseignement est de présenter les concepts technologiques et architecturaux qui permettent l'exploitation des circuits reconfigurables pour la réalisation de systèmes de traitement numérique embarqués. • L'étudiant sera amené à comprendre les architectures des circuits à logique programmable de type FPGA, • Maîtriser le langage de description matérielle VHDL utilisé pour la conception d'un système numérique intégré. • Maîtriser la méthodologie de conception et les outils associés pour la conception d'un système numérique dans un FPGA, et en particulier l'environnement Xilinx ISE, DIGILENT ADEPT, et la carte de prototypage DIGILENT NEXYS2.

Description du syllabus	• Structure d'un FPGA • Syntaxe VHDL : règles d'écriture de VHDL • Unités de conception, objets VHDL, opérateurs • Assignations concurrentes / séquentielles. • Assignations conditionnelles /sélectives. • Composants et notion d'instanciation • Machines à états • VHDL pour la simulation • Environnements XILINX ISE /MODELSIM • Méthodologie de développement d'un système numérique • Introduction aux System On Chip (SoC)
Méthodes d'enseignement	exposés, e-learning
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire..
Charge de travail hors du cours (TPE)	50 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur Matériels de laboratoire : Ordinateurs sous Windows Xp ou Vista, logiciel ISE 10.1 ou ultérieur, logiciel MODELSIM, logiciel DIGILENT ADEPT (freeware), au moins une dizaine de cartes NEXYS2-500 SPARTAN 3E de chez DIGILENT.
Equipe pédagogique	
Bibliographie	[1] Jacques WEBER , Maurice MEAUDRE : VHDL, Du langage au circuit, du circuit au langage, MASSON, Paris, 1997 [2] Philippe COSTE, Jacques-Olivier KLEIN, Jacques WEBER : VHDL et la Synthèse Logique. Support de cours, travaux Dirigés, Travaux Pratiques, IUT de Cachan, 2007. [3] PONG P. CHU : FPGA prototyping by VHDL examples, Xilinx Spartan-3 Version, Wiley Interscience, 2008. [4] DOUGLAS L. PERRY, VHDL : Programming by examples, Fourth edition, McGRAW HILL, 2002.
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session

CODE DE L'UE	**Conception des Automatismes et programmation des API**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 4	**CM (20 h), TD (12 h), TP (20 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Bases des logiques combinatoire et séquentielle, bases d'algèbre linéaire		

Description des liens du cours avec le programme	Les modèles utilisés dans la synthèse de la commande des systèmes automatiques de type séquentiel, reposent sur des variables d'état discrètes et appartiennent à la classe des modèles à événements discrets. Ces systèmes embarquent aujourd'hui, une électronique de commande complexe, dont la conception requière des connaissances avérées sur le mode d'élaboration des parties opératives.
Objectifs	Le plus part de systèmes d'automatismes reposent sur une structure informatique, des capteurs et des actionneurs, formant un ensemble dans lequel seules des informations discrètes, voire binaires sont traitées (cas des signaux issus d'un contact de fin de course, d'une barrière optique, d'une roue codeuse, etc..). Bien souvent, le temps n'est pris en compte que de façon implicite, par le biais de l'ordre dans lequel les valeurs des signaux de l'automatisme changent (exemple des commandes d'un ascenseur). Ce cours vise l'acquisition des connaissances et techniques nécessaires à la conception et à l'implantation en industrie des systèmes automatisés, Un accent particulier est mis sur la pratique de la programmation d'automates programmables industriels. Afin de donner aux étudiants les compétences nécessaires à la synthèse de la commande de systèmes automatisés, deux modèles à événements discrets sont présentés : automates à états finis et réseaux de Petri (systèmes complexes).



Description du syllabus	I-) Analyse et conception des automatismes combinatoires et séquentiels. Synthèse des systèmes séquentiels par la méthode d'Huffman et la méthode GRAFCET. Les automates programmables industriels : technologie, caractéristiques et programmation. II - Les Automates à états finis Définitions et fonctionnement Opérations sur les automates : projections, produits Étude des principales propriétés et des techniques d'analyse Synthèse de l'automate par modélisation du procédé et modélisation de la commande III- Introduction aux réseaux de Petri Définitions, fonctionnement Propriétés et techniques d'analyse IV – Travaux Pratiques aux High Tech Center de l'ENSP Modélisation et mise au point de commandes pour SED TP1 : magasin automatisé TP2 : bras manipulateurs TP3 : Programmation d'API en ladder
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	

Bibliographie	Introduction to discrete events systems C. Cassandras et S. Lafortune,ISBN-13: 978-0-387-33332-8 Petri Net Theory and the Modeling of Systems, Peterson, Prentice-Hall, N.J., 1981, ISBN: 0-13-661983-5 http://li.linguist.univ-paris-diderot.fr/PagesCours/pdf/extraitYvon2005-ch3.pdf MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Traitement du signal appliqué**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (18 h), TD (10 h), TP (5h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Outils mathématiques de base pour la physique		

Description des liens du cours avec le programme	Le signal électrique permet la matérialisation de l'information numérique par codage. Maîtriser les outils mathématiques nécessaires à son traitement, puis savoir le transformer et le manipuler au sein d'un DSP est essentiel pour l'électronique embarquée.
Objectifs	Permettre à l'étudiant de savoir concevoir des filtres numériques et les mettre en œuvre dans un DSP
Description du syllabus	<u>Numérisation du signal</u>: - Échantillonnage et Quantification <u>Signaux déterministes à temps discret</u> : - Représentation temporelle - Transformations : de Fourier, de Fourier discrète, en z - Structures et conception des filtres numériques récursifs et non récursifs - Filtres à capacités commutées <u>Processeurs de traitement numérique du signal (DSP) :</u> - Principales distinctions entre les DSP et les microprocesseurs classiques. - Critères de sélection de DSP. Principales applications. - Présentation du processeur ADSP-21065L (ou équivalent): architecture, modes d'adressage, assembleur. - Mise en œuvre des filtres RIF et RII sur ADSP-21065L (ou équivalent). <u>Travaux pratiques</u> - Synthèse de filtres sous Matlab - Introduction aux DSP (mise en œuvre d'un écho numérique) - Mise en œuvre des filtres RIF sur DSP
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures

Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	http://cairn.enssat.fr/enseignements/Tns/SupportPTS.pdf http://wwwdfr.ensta.fr/Cours/docs/ES101/ES101_ENSTA2012.pdf MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Électronique numérique**	
SEMESTRE : 1	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h), TP (15 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Régimes transitoires 1er ordre, Logique combinatoire, Codage, numération, Logique séquentielle, Techniques de synthèse élémentaire		

Description des liens du cours avec le programme	L'électronique numérique est la discipline qui conduit à la matérialisation de l'information binaire et des opérateurs qui traitent les signaux correspondant. On y traite entre autre, des différentes familles logiques.
Objectifs	Cet enseignement a pour objectifs Effectuer une étude approfondie par modélisation, des composants de base de l'électronique en commutation, Analyser les familles logiques intégrées et effectuer l'étude fonctionnelle des circuits logiques des familles TTL, ECL, CMOS

Description du syllabus	<u>Électronique des circuits numériques</u> : Paramètres électriques et temporels d'une logique numérique Le transistor bipolaire et le MOSFET en commutation Les circuits numériques bipolaires (TTL, ECL) Les circuits numériques MOS (nMOS, CMOS) La famille mixte BiCMOS <u>Travaux pratiques</u> Simulation de circuits à base de portes Application à la simulation d'une PLL logique (10MHz) Caractérisations électriques (TTL/CMOS) Les circuits intégrés analogique et mixte (AMS) Les Bases du langage propre au VHDL-AMS (instructions et mots clef spécifiques, absents en VHDL). Modélisation d'un système mixte (électrique et optique). Il s'agit de décrire le comportement d'un télémètre laser par déphasage (ou un autre dispositif AMS). L'information distance est obtenue en mesurant le déphasage obtenu entre la voie signal et la voie référence. Ce déphasage permet de connaître le temps de vol (temps mis par la lumière pour effectuer un aller-retour entre le télémètre et la cible). Les modèles doivent prendre en compte les effets parasites. Exemple de conception par modélisation VHDL-AMS de systèmes hétérogènes à base de MEMS
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	www.groupes.polymtl.ca/ele6306/data/proj/r20031208_4.pdf MOOCs

Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Dégradation des matériaux et analyse des défaillances des systèmes mécatroniques**	
SEMESTRE : 2	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 3	**CM (20 h), TD (10 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Base de la science des matériaux		

Description des liens du cours avec le programme	Cet enseignement permet de prendre en compte, les processus de vieillissement qui dégradent la durée de vie des systèmes mécatroniques
Objectifs	Permettre à l'étudiant d'acquérir les connaissances les connaissances liées aux problèmes de la dégradation des matériaux, principale cause de vieillissement et de la diminution de la durée de vie des systèmes.
Description du syllabus	• Corrosion, et vieillissement des métaux, • Vieillissement des polymères • Fiabilité opérationnelle et prédictive • Fiabilité des systèmes mécatroniques
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	60 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	www.hal.univ-savoie.fr/docs/00/87/36/77/PDF/a_L1PK1VGZ.pdf www.lgi.ecp.fr/~mousseau/OSIL/pmwiki-2.1.27/.../MT-Gittard.pdf MOOCs

Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session

CODE DE L'UE	**Microélectronique et Microsystèmes - Conception multi-physique**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Fondamentale**	
CREDITS : 6	**CM (30 h), TD (30 h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS : Physique chimie générale, semi-conducteurs et composants électronique, optoélectronique. Notions sur les simulateurs aux éléments finis.		

Description des liens du cours avec le programme	La modélisation des systèmes ou des microsystèmes sous leur aspect global est une exigence en mécatronique. Cette UE permettra aux étudiants de s'imprégner des méthodes de modélisation et de simulation dans les logiciels multi-physiques qui sont les outils adaptés à la prise en compte des interactions couplées des différentes disciplines de la physique.
Objectifs	Le but de cet UE est d'initier les étudiants à la résolution de problèmes d'ingénierie, dans le domaine des micro et nano-systèmes au sein desquels interviennent de façon couplés, des phénomènes électrique, mécanique, thermique ou électromagnétique etc .. Les apprenants devront acquérir une vision globale de la conception de micro et nano-systèmes, dans les domaines de la micro-fluidique, des MEM's, de la micro et de la nanoélectronique. Il sera important d'amener l'étudiant à avoir un regard critique sur les résultats numériques obtenus, en les confrontant aux résultats expérimentaux.

Description du syllabus	• Introduction à l'environnement du logiciel COMSOL (ou d'un logiciel multi-physique équivalent) avec étude de cas *Micro et nanoélectronique* Analyse en technologie bipolaire et/ou CMOS des principales fonctions analogiques intégrées : Références de tension, de courant, Amplificateurs, dispositifs de protection intégrés, circuits à capacité commutées, etc…). Schémas types d'amplificateurs intégrés Fondements de la technologie de fabrication des circuits intégrés Bipolaire et CMOS Éléments de Nanoélectronique CMOS: enjeux et perspectives. *Microstructures et micro-ingénierie* • Bases théorique des MEMS : Systèmes mécaniques à paramètres localisés. • Structures mécaniques des MEMS : Poutres, résonateurs. • Principes de la transduction électrostatique, électro-résistive, piézoélectrique et thermique; modélisation • Les technologies alternatives : multi-grilles, canal nanofils, nanotubes ou de matériaux (graphène, III-V). • Notions fondamentales sur les systèmes hydrodynamiques : tension de surface, viscosité, capillarité, électro-osmose; électrophorèse et Applications • Applications de la technologie des MEMS : capteurs, intégration avec l'électronique. • Modélisation d'un micro-actionneur avec prise en compte des différents phénomènes physique qui régissent son comportement • Conception et modélisation d'un accéléromètre asservi, ou d'un un oscillateur à base de résonateur MEMS
Méthodes d'enseignement	Support de cours, Exposés par vidéo projecteurs, e-learning , Moocs



Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire.
Charge de travail hors du cours (TPE)	80 heures
Ressources requises	Vidéoprojecteur
Equipe pédagogique	
Bibliographie	http://www-soc.lip6.fr/~galayko/MEMS/cours1-electrostatique.pptx.pdf www.hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/27/75/63/PDF/These-CHAEHOI.pdf analogique des circuits intégrés TRAN TIEN LANG Masson . Introduction à la microfluidique P, TABELLING , Belin, 2003 Emerging nano-electronic : life with and after CMOS Ionescu A., Banerjee K. 2005 (KLUWER academic publisher) Les nanotechnologies Michel Wautelet et coll. 3e édition, DUNOD MOOCs
Modalités de l'évaluation de l'UE	CC (40%), Examen final (60%)
Évaluation de l'enseignement	évaluation administrative de l'enseignement à la fin de la session



CODE DE L'UE	**Supervision industrielle et conception de bancs de production (CIM)**	
SEMESTRE : 3	**TYPE DE L'UE : Optionnelle**	
CREDITS : 3	**CM (15 h), TD (10 h) TP (10h)**	**20 ETUDIANTS**
PROFILS ENSEIGNANTS : Professionnel ou Enseignant Chercheur		
PREREQUIS :		

Description des liens du cours avec le programme	La supervision industrielle appliquée à la conception CIM correspond à l'exploitation et aux applications directes des automatismes et de l'électronique de contrôle et commande.
Objectifs	Cet enseignement permettra aux étudiants de maîtriser les principes de base de la supervision industrielle et d'être capable à termes de discuter et d'élaborer les critères de choix des logiciels de supervision

Description du syllabus	✓ Automatisation - Performance CPU à répondre au CdC - Performance CP à pouvoir répondre à des demandes futures ✓ Mise en réseau ✓ Supervision - Station de supervision - Réseaux - Bases de Données - Commandes - Surveillance - Vers une intégration plus rapide : regroupement de plusieurs logiciels complémentaire en une offre commerciale (logiciel de supervision, soft logic, gestion de production…) ✓ Salles de contrôles - Automate en réseaux sur des prototypes standardisés - Centralisation des informations avec les superviseurs ✓ Le contrôle commande d'aujourd'hui conçu sou le modèle CIM ✓ Critères de choix des logiciels de supervision - Vue panoramique - Editeurs & Constructeurs - Compatibilité Opérationnelle - Compatibilité Fonctionnelle - Critères - Exemples
Méthodes d'enseignement	Exposés, Travaux sur logiciels
Activités d'apprentissage	lectures préparatoires, prise de notes, travaux en groupe, travaux individuels en classe et hors de classe, devoirs, recherche documentaire, TPs..
Charge de travail hors du cours (TPE)	
Ressources requises	- Vidéoprojecteur - Logiciels - Equipements à valider
Equipe pédagogique	

Bibliographie	Computer Integrated Manufacturing 1st Edition B.S. Raju, M.S. Ganesha Prasad Laxmi Publications Pvt. Ltd CIM Computer Integrated Manufacturing : Computer Steered Industry August-Wilhelm Scheer Springer
Modalités de l’évaluation de l’UE	
Évaluation de l’enseignement	Évaluation administrative de l’enseignement à la fin de la session

